

N90-24858

**REPORT OF TESTS: EN ROUTE NOISE OF TURBOPROP AIRCRAFT
AND THEIR ACCEPTABILITY**

55-7/

**Wolf Held
Noise Abatement Commissioner,
The Hessian Ministry for Economics and Technology,
Frankfurt, Federal Republic of Germany**

275390
208.

HR349886

The Noise Abatement Commissioner
of the Hessian Ministry of
Economics and Technology

Frankfurt, 16.08. 1989
he/dh

The development of propfan-powered aircraft has been observed with great interest by the "Association of European Noise Abatement Commissioners" during the past few years.

From various sources it became obvious that during cruise, aircraft with such powerplants (which actually are a renaissance of propellers) cause a noise clearly perceivable on the ground.

We recognize that future aircraft noise might not only annoy the population in the vicinity of airports, but could also be disturbing underneath the network of airways. From the attached map you can see very well the dense network of airways over Central Europe which cannot at all be compared with that of the United States with its large open spaces. (1-5)

The second problem confronting us is the audible frequency spectrum of the propfan powerplants with their relatively high tip speeds. With our present knowledge the expected frequency peak is around 300-200 cycles per second (cps), (graph GE, graph P & W UHB). (6,7)

Primarily, aircraft noise is measured in dB (A) (A-weighted sound pressure level) in Europe. In the range of 300-200 cps about 5-9 dB are deamplified through the A-weighting; in the range of 100 cps it is about 18 dB (s. att.). Through the A-weighting the sensibility of the human ear is considered physiologically; however, it does not consider the psychological part which is not to be neglected, in particular with the extremely disturbing "tone" in the range of 100 cps of present propellers. The deamplification of around 18 dB in the range of 100 cps is the reason for nonregistration of turboprop aircraft at our noise monitoring points. Although turboprop aircraft actually produce around 75 dB as the graph shows (page 118 DLR), they are only "registered" around 60 dB (A). (8,9)

I am very well aware that aircraft traffic is not possible without sound as a consequence. Therefore, jointly, with my European colleagues, I have sought ways in which information should be given to the engine-producing industry to show a limit of "acceptance" of en route noise by a non-A-weighted dB-value.

The only possibility for us to demonstrate a "limit" was the recording of en route noise of two turboprop aircraft which are frequently flown in Europe and which are considered acceptable noisewise en route, even in quiet areas. The aircraft in question are "Metroliner III" with Garret TPE 331-11U-612G engines, 4-blade propeller, and "Fokker F 50" with P & W PW 125 B-engines and 6-blade propeller. Concerning the number of propeller blades, there is a certain similarity between F 50 and propfan.

We highly appreciated that Frankfurt Airport authorities agreed to finance a small test program since "public authorities" don't have any funds for such programs.

In September 1988 the preparations for the test flights were started. The test had to be postponed on short notice eight times due to meteorological reasons. On April 30, 1989 the program was realized under acceptable conditions.

I have provided the NASA Langley Research Center with a report of the DLR, Braunschweig (Deutsche Forschungsanstalt für Luftund Raumfahrt) composed by Dr. Dobzinsky and a report of the Hessische Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden, composed by Dipl.-Ing. Müller.

Not being an acoustic expert, I am not in a position to either comment on these reports in detail or to discuss them on a scientific basis. However, let me make the following remarks:

The "sound" emitted from both test aircraft is the absolute limit of acceptance for Europe. Today a turbofan engine is measured with around 53 dB(A) on the ground (graph MD-UHB). The peak of frequency (without this clearly perceivable "tone") is at 200 cps. Under consideration of A-weighting this is around 62 dB. Assuming that the peak frequency of propfan is around 300-200 cps (as shown before) 62 dB or 53 dB(A) should not be exceeded (same as with the turbofan). (10)

Following are the dB-max.-readings of the test-flights:

| | |
|---|------------------------|
| <u>DLR</u> | Metro III around 66 dB |
| | F 50 around 63 dB |
| <u>Hessische Landesanstalt für Umwelt</u> | Metro III around 69 dB |
| | F 50 around 66 dB |

(tabulation DLR:page 76,77,95 and Hessische Landesanstalt: page 133).
(11,12/12a)

Although the dB(A)-readings with 46-48 dB(A) are clearly below those of the turbofan with 53 dB(A), the actual disturbance of the propeller with its clear "tone" has to be equated with that of turbofan.

Let me point out that this test cannot be considered as a scientifically based investigation. The results, however, prove that the en route noise measured is the absolute limit of acceptance for the population.

We shall present a tape recording of the DLR Braunschweig. At the outset the tape has a calibration tone of 94 dB(A) with 1,000 cps. The recordings were made in a rather quiet spot on the premises of an agriculturally used area. Details can be gathered from the attached reports. The singing of birds (nightingale) as well as the barking of a dog which is to be heard on the tape can be taken as a rough comparison between engine and environment sound.

The recordings of the overflights show "fluctuations" in the range of up to 15 dB, which probably are due to propeller speed fluctuations of both Metro III and of F 50 (DLR att. II #5). (13,14)

In my opinion it must be the task of the engine/propeller industry to reach a most exact possible prop synchronization. Through these "fluctuations" the unpleasant 100 cps.-sound is still intensified.

As to my present knowledge, aircraft equipped with profan powerplants are to be certified as per the criteria of ICAO Annex 16, Chapter III re. FAR 36, Stage 3.

The climbout diagram of METRO III (s. att.) reflects a dominant-band sound pressure level of about 75 dB at an immission point underneath the flight track at an altitude of 9,000'. (9)

This is intended to direct attention to the development of the situation for the time after the first "Production Engine" will be tested.

Let me close my comments with the request to consider them a general contribution of a pilot and Noise Abatement Commissioner. Furthermore, I want to point out that neither my European colleagues nor I have the intention to either obstruct air traffic or to prevent the introduction of new techniques, but we feel that increasing air traffic and new techniques will be advantageous and beneficial to the human being; however, these advantages must by no means result in an increase of aircraft noise and air pollution.

Further details can be collected from the attached reports of DLR and Hessische Landesanstalt für Umwelt.

Thank you very much for your kind attention.

Die "Association of European Noise Abatement Commissioners" hat in den vergangenen Jahren mit sehr großem Interesse die Entwicklung der Prop-Fan-Engines verfolgt.

Informationen, die aus den unterschiedlichsten Quellen kamen, konnte entnommen werden, daß diese Triebwerke - die quasi eine Renaissance des Propellers darstellen - im Reiseflug einen am Boden deutlich wahrzunehmenden Lärm abstrahlen.

Die Möglichkeit, in Zukunft Fluglärm nicht nur in der Nähe von Flughäfen anzutreffen, sondern auch unter Luftstraßen, hat uns aufmerksam gemacht. Sie können auf dieser Karte (vergl. Anlage) Mitteleuropa und das dichte Netz von Luftstraßen sehen. Sie werden feststellen, daß die Dichte des Luftstraßennetzes kaum mit dem der USA verglichen werden kann, wo am Himmel deutlich mehr Platz ist. 1-5.

Das zweite Problem, das sich uns stellte, war die Frage nach den Frequenzen der Geräusche, die das Prop-Fan-Triebwerk emittieren wird. Die Spitzen dürften nach unserer heutigen Kenntnis im Bereich von 300 - 200 Hz liegen. (Bild GE, Bild P & W UHB). 6,7

Fluglärm wird in Europa vorzugsweise in dB(A) gemessen. Die A-Bewertung unterdrückt im Bereich von 300 - 200 Hz 5 - 9 dB, im Bereich 100 Hz rund 18 dB (vergl. Anlage). Die A-Bewertung berücksichtigt die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres nach physiologischen Gesichtspunkten. Sie berücksichtigt jedoch nicht die psychologische Seite, die nicht vergessen werden darf, wenn - wie bei den heute gebräuchlichen Propellern - bei ca. 100 Hz ein ausgeprägter "Ton" zu finden ist, den man überproportional deutlich wahrnimmt. Durch die Unterdrückung von rund 18 dB im 100-Hz-Bereich werden Turbo-Prop-Flugzeuge an unseren Noise Monitoring Points nicht registriert. Obwohl sie, wie das Bild zeigt, (S. 47 DLR) rund 75 dB produzieren, werden sie nur mit rund 60 dB(A) "gemessen". 8/9

Mir ist klar, daß Luftverkehr nicht ohne Geräusch betrieben werden kann. Deshalb habe ich mit meinen europäischen Kollegen überlegt, welche Informationen den Triebwerksherstellern gegeben werden müssen in Gestalt eines A-bewerteten Dezibelwertes, der eine Grenze der "Akzeptanz" des enroute-noise in etwa aufzeigt.

Als einzige Möglichkeit, einen "Grenzwert" zu nennen, sahen wir die Aufzeichnung von enroute-noise von zwei Turbo-Prop-Flugzeugen, die in Europa häufig geflogen werden und die als "akzeptabel" im Reiseflug, auch in ruhigen Gegenden, angesehen werden können. Es handelt sich einmal um den "Metroliner III" mit Garrett TPE 331-11U-612G-Triebwerken, 4-Blatt-Propeller und die "Fokker F

(German version is unedited)

50" mit P & W.PW 125 B-Triebwerken und 6-Blatt-Propeller. Bei der F 50 ist, was die Zahl der Propellerblätter betrifft, eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Prop-Fan gegeben.

Die Flughafen Frankfurt/Main Aktiengesellschaft hat sich dankenswerterweise bereiterklärt, ein kleines Testprogramm zu finanzieren, da in den Kassen der "Öffentlichen Hände" für Untersuchungen dieser Art kein Geld vorhanden ist.

Die Vorbereitungen für die Testflüge begannen im September 1988. Die Testflüge mußten aus meteorologischen Gründen achtmal kurzfristig abgesagt werden. Am 30. April 1989 konnte dann unter akzeptablen Bedingungen das Programm durchgeführt werden.

Ich habe dem Langley Research Center der NASA jeweils einen Bericht der DLR Braunschweig (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt), verfaßt von Herrn Dr. Dobzinsky und der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden, verfaßt von Herrn Dipl.-Ing. Müller, übergeben.

Ich bin kein Akustiker und kann deshalb diese Berichte nicht im Detail kommentieren und wissenschaftlich diskutieren. Folgende Anmerkungen möchte ich jedoch machen:

Die von beiden Testflügen emittierten Geräusche stellen für Europa die äußerste Grenze der Akzeptanz dar. Ein Turbo-Fan-Triebwerk wird heute am Boden mit rd. 53 dB(A) max. gemessen. (Bild MD-UHB). Die Frequenzspitze, wenn auch nicht mit einem deutlichen "Ton", liegt bei 200 Hz. Berücksichtigt man die A-Bewertung, ergeben sich rund 62 dB. Geht man davon aus, daß die Frequenzspitze beim Prop-Fan im Bereich von 300 - 200 Hz liegt, wie vorhin gezeigt, sollten, wie beim Turbo-Fan, 62 dB oder 53 dB(A) nicht überschritten werden. 10

Die bei den Testflügen gemessenen dB-max.-Werte sind:

| | | |
|---|-----------|------------|
| <u>DLR</u> | Metro III | rund 66 dB |
| | F 50 | rund 63 dB |
| <u>Hessische Landesanstalt für Umwelt</u> | Metro III | rund 69 dB |
| | F 50 | rund 66 dB |

(Tabellen DLR: Seite 20/21 und Hessische Landesanstalt: Seite 2.)
11,12 /12a

Obwohl die dB(A)-Werte mit rund 46 - 48 dB(A) deutlich unter dem Wert des Turbo-Fans mit 53 dB(A) liegen, muß die subjektive Störung, bedingt durch den deutlichen "Ton", beim Propeller mit dem des Turbo-Fans gleichgesetzt werden.

Ich möchte noch betonen, daß dieser Test keine Untersuchung im

streng wissenschaftlichen Sinne sein kann. Die Ergebnisse zeigen jedoch eine Größenordnung des enroute-noise auf, die die subjektiv empfundene Grenze für die Akzeptanz bei der Bevölkerung darstellen dürfte.

Sie hören noch einen Ausschnitt aus der Tonbandaufzeichnung der DLR Braunschweig. Das Band hat am Anfang einen Calibration-Ton von 94 dB(A) bei 1 000 Hz. Die Aufnahmen wurden an einer relativ ruhigen Stelle einer landwirtschaftlich genutzten Fläche aufgenommen. Einzelheiten enthalten die beigefügten Berichte. Die auf Band zu hörenden Vögel (Nachtigall) und das Bellen eines Hundes geben die Möglichkeit eines, wenn auch sehr groben, Vergleiches der Triebwerksgeräusche mit den Umgebungsgeräuschen.

Die Aufzeichnungen der einzelnen Überflüge zeigen mehr oder weniger ausgeprägte "Fluctuations" bis zu 15 dB, die vermutlich durch Schwankungen in der Drehzahl der beiden Triebwerke sowohl bei der Metro III als auch bei der F 50 (DLR-Anlage II # 5) hervorgerufen werden. 13,14

Es muß nach meiner Ansicht Aufgabe der Triebwerks- Luftschraubenhersteller sein, eine möglichst exakte Prop-Synchronisierung zu erreichen. Die "Fluctuations" verstärken den ohnehin unangenehmen "100-Hz-Ton".

Nach meinem augenblicklichen Kenntnisstand sollen Flugzeuge mit Prop-Fan-Triebwerken nach den Kriterien des ICAO Annex 16, Kap. III, re. FAR 36, Stage 3, zugelassen werden.

Das Diagramm des climb-out der Metro III (vergl. Anlage) zeigt bei einer Flughöhe von rund 9 000 ' unter dem Flugweg ca. 75 dB.
9

Das soll eine Anregung sein, dieser Situation Aufmerksamkeit zu schenken, wenn die ersten Triebwerke der "Production Engine" in Erprobung gehen.

Ich möchte meine Ausführungen schließen mit der Bitte, sie als allgemeinen Beitrag eines Piloten und Noise Abatement Commissioners zu betrachten. Ferner möchte ich betonen, daß meine europäischen Kollegen und ich unsere Aufgabe nicht so verstehen, daß wir den Luftverkehr behindern oder die Einführung neuer Techniken verhindern wollen. Wir fühlen uns verpflichtet beizutragen, daß ein steigender Luftverkehr und neue Techniken dem Menschen allgemein Vorteile bringen. Diese Vorteile dürfen jedoch nicht mit spürbaren Nachteilen im Umweltbereich, wie einem Anstieg von Fluglärm und Luftverschmutzung, erkauft werden.

Weitere Details können Sie bitte den beiden beigefügten Berichten der DLR und der Hessischen Landesanstalt für Umwelt entnehmen.

Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit.

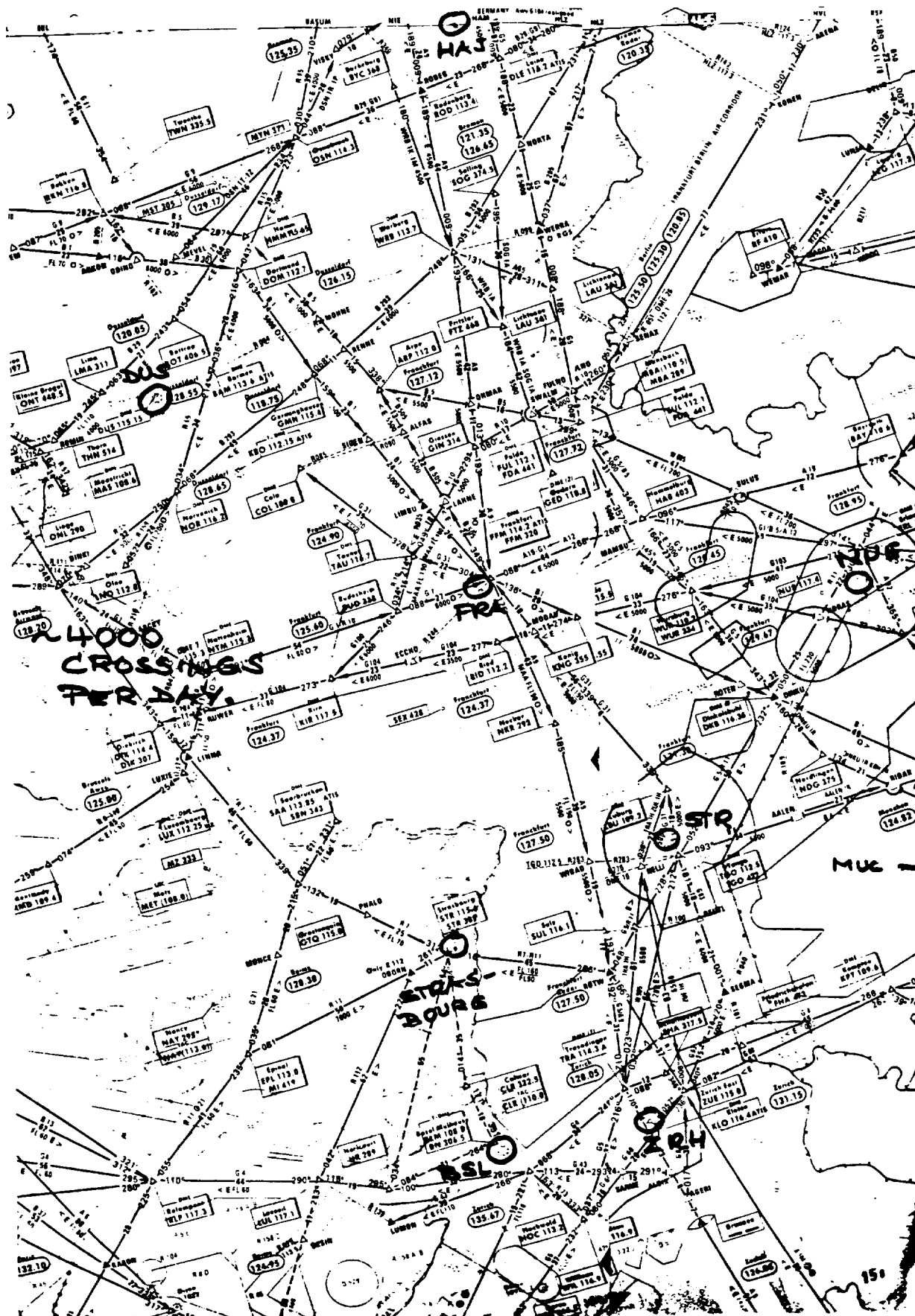


FIGURE 2

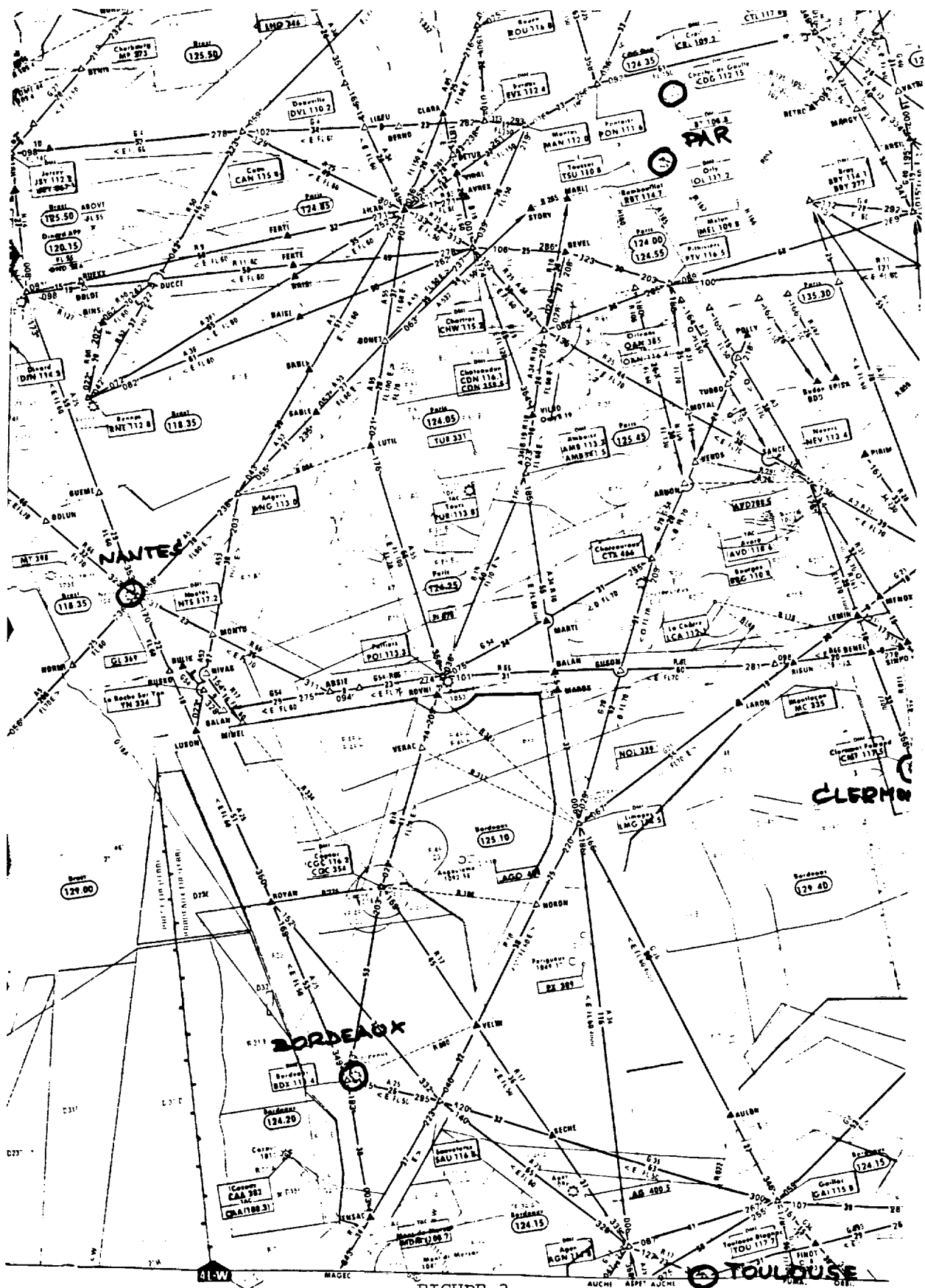
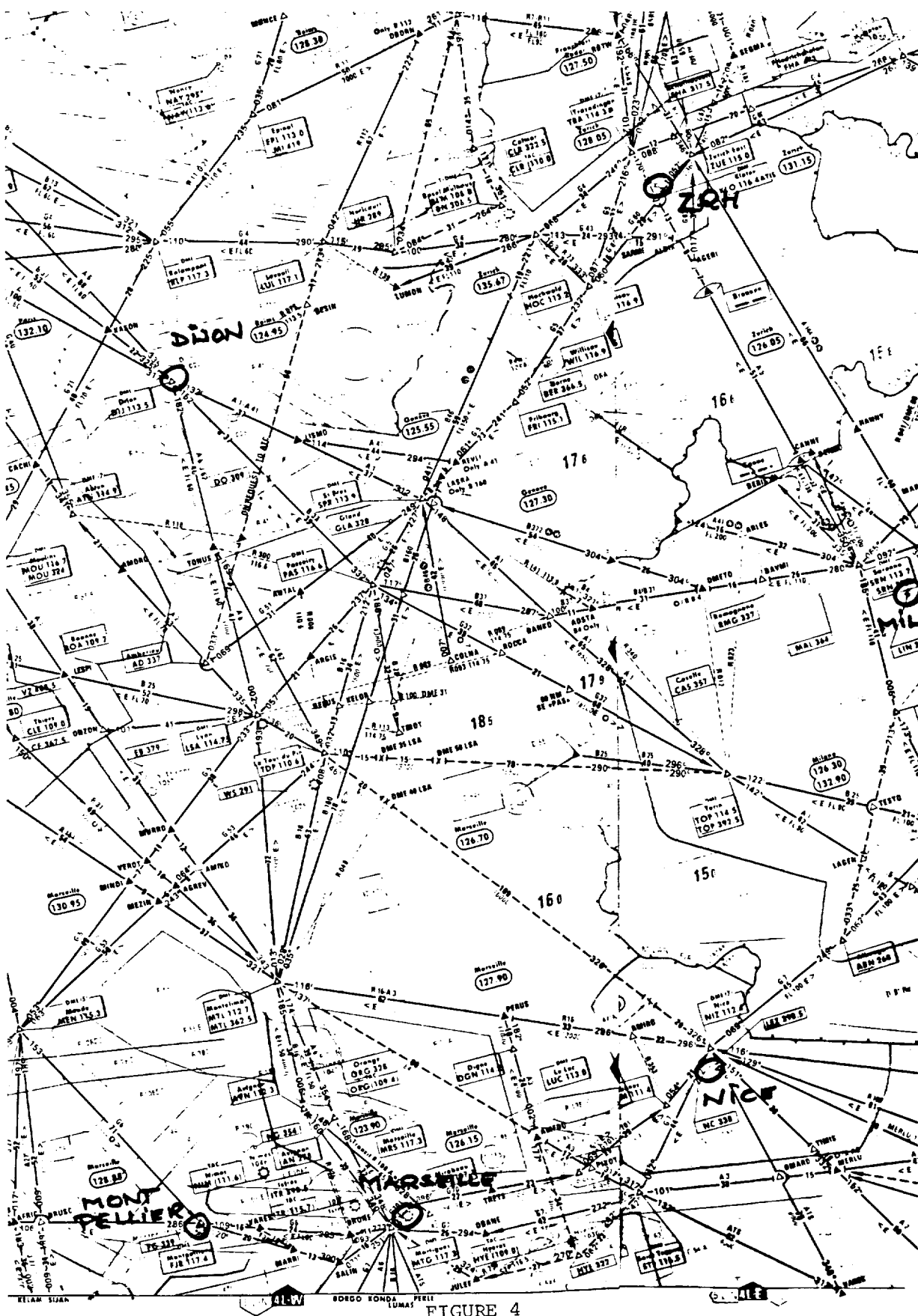


FIGURE 3



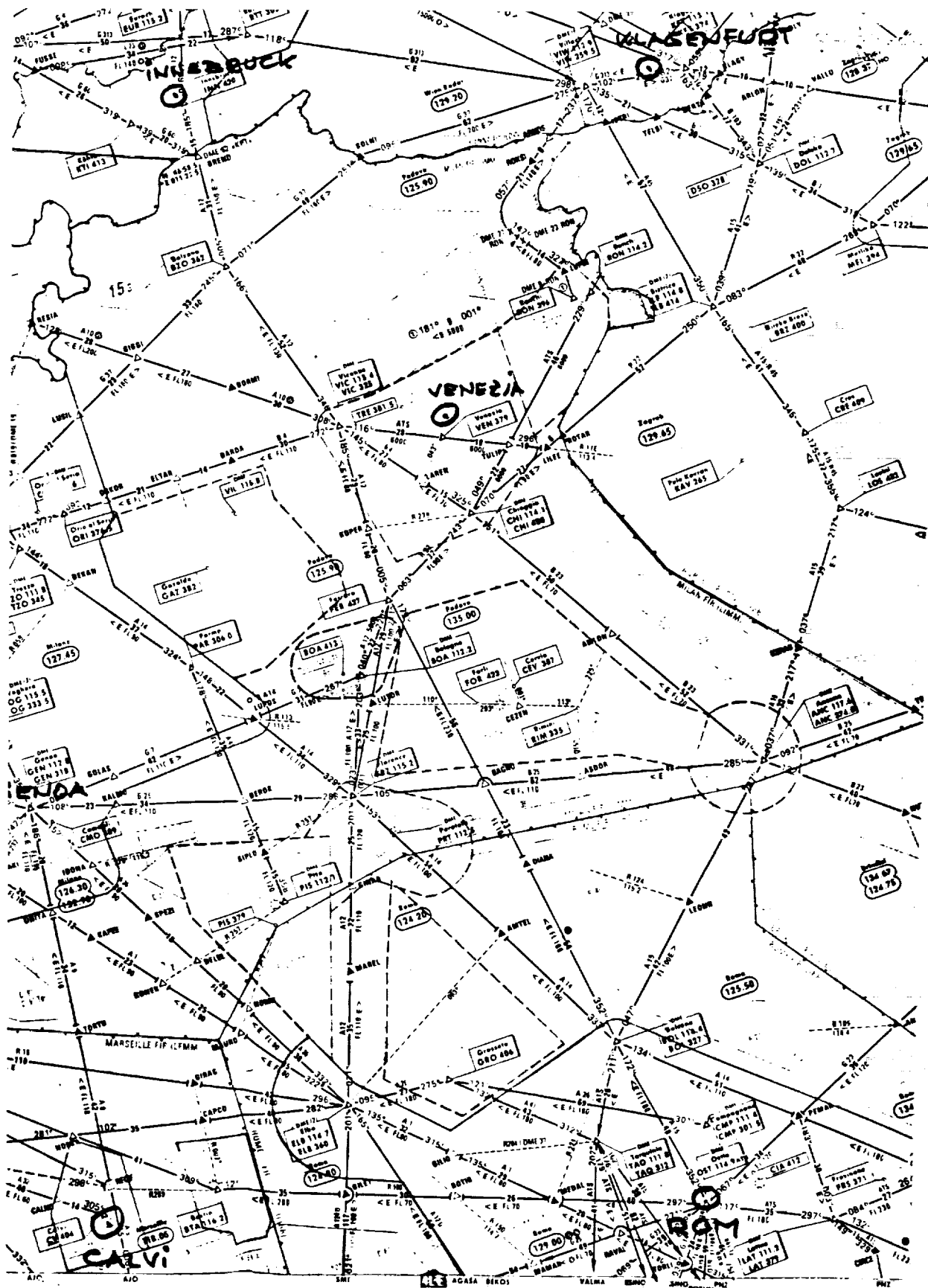


FIGURE 5

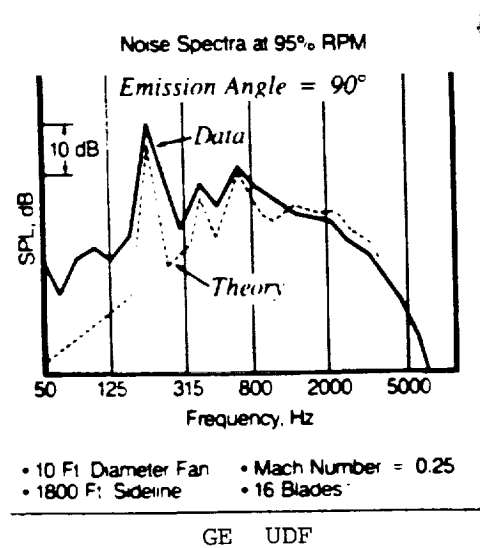


FIGURE 6

**UHB SOUND
QUALITY IS
NOT A PROBLEM**

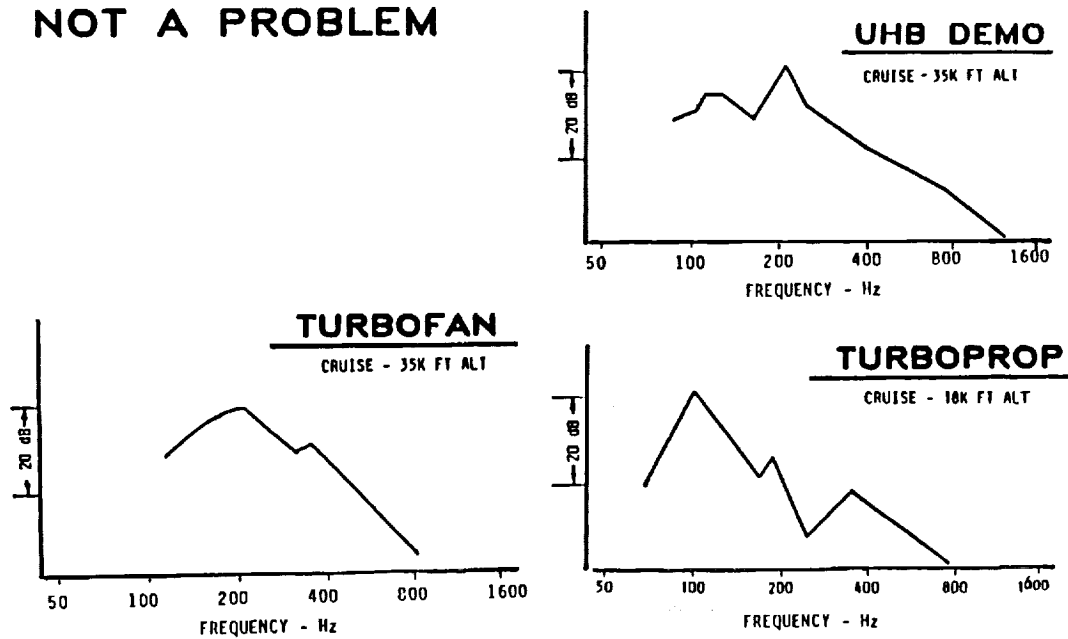
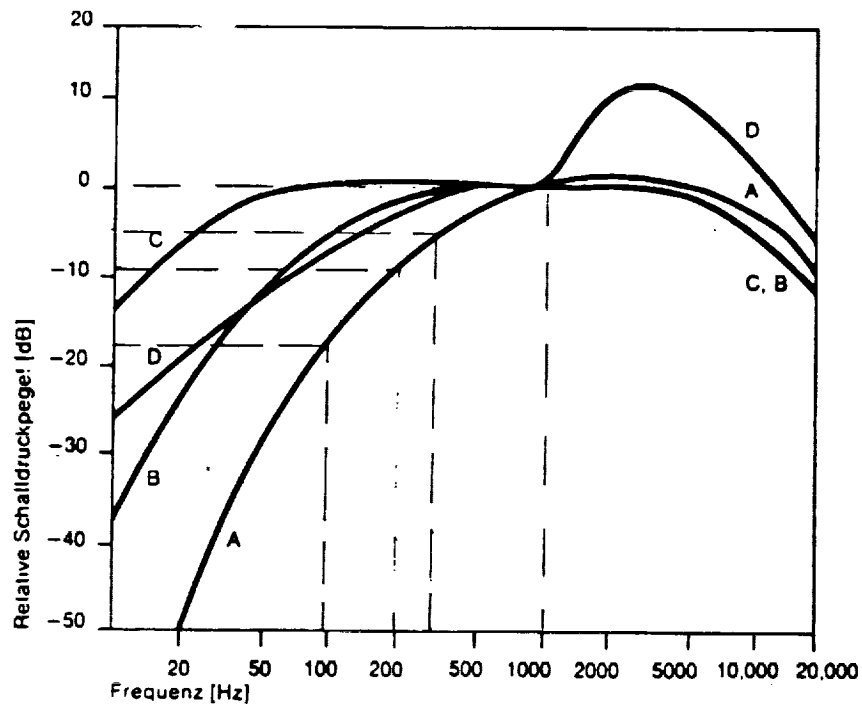


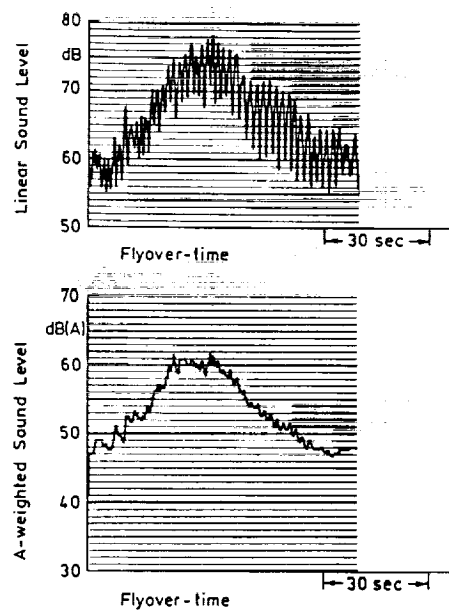
FIGURE 7



Quelle: EPH, Criteria Doc. July 27, 1973

FIGURE 8

Type of Aircraft: Metro III Flyover No.: 1
Microphone Position: Ground-board Microphone



As measured overall level time-histories (Metro III climb out)

FIGURE 9

EN ROUTE SOUND COMPARISON FOR AIRPLANE CRUISE OPERATIONS

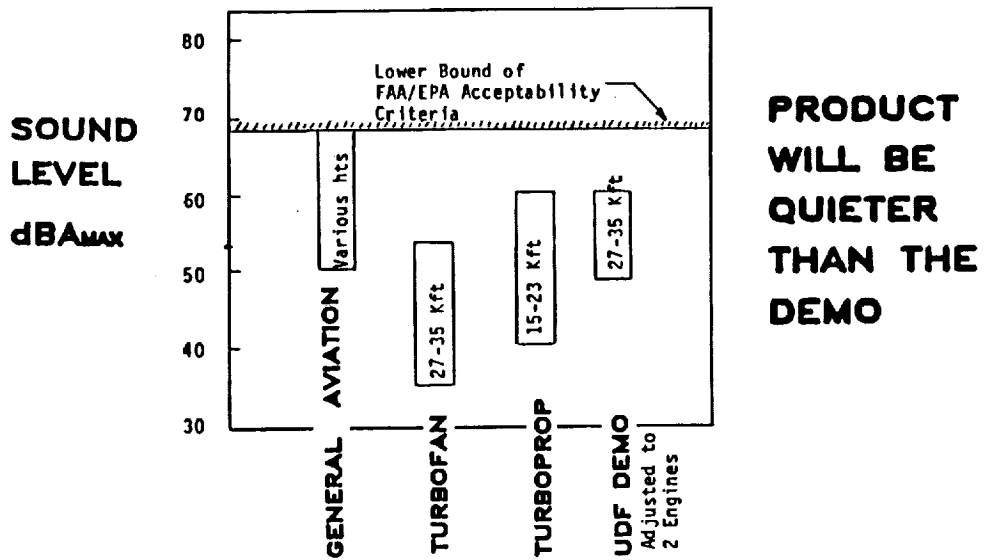
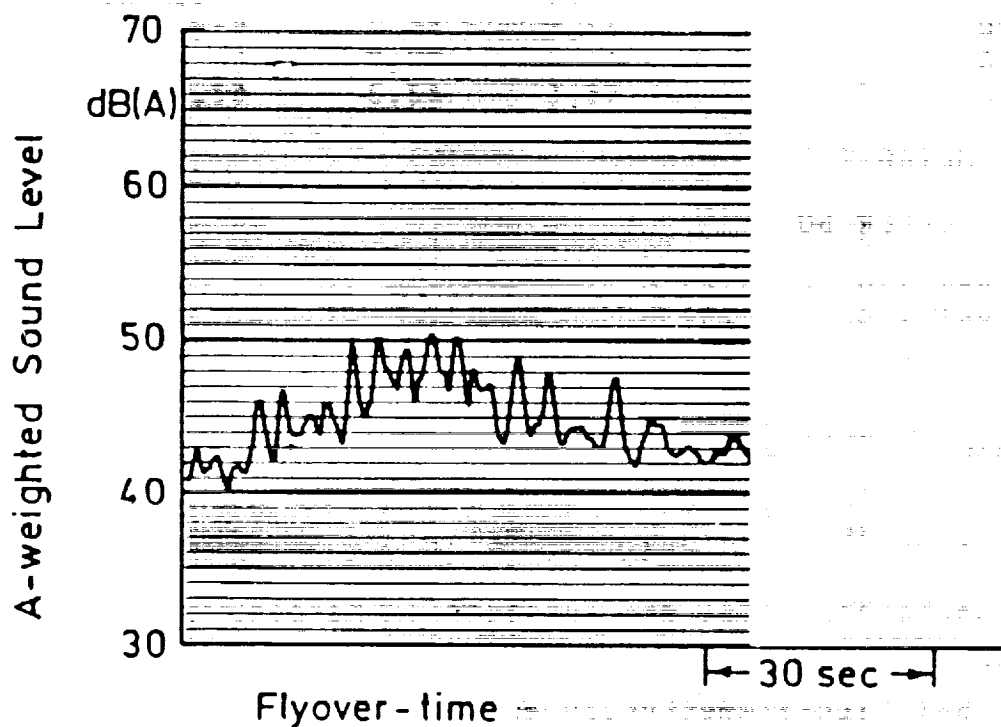
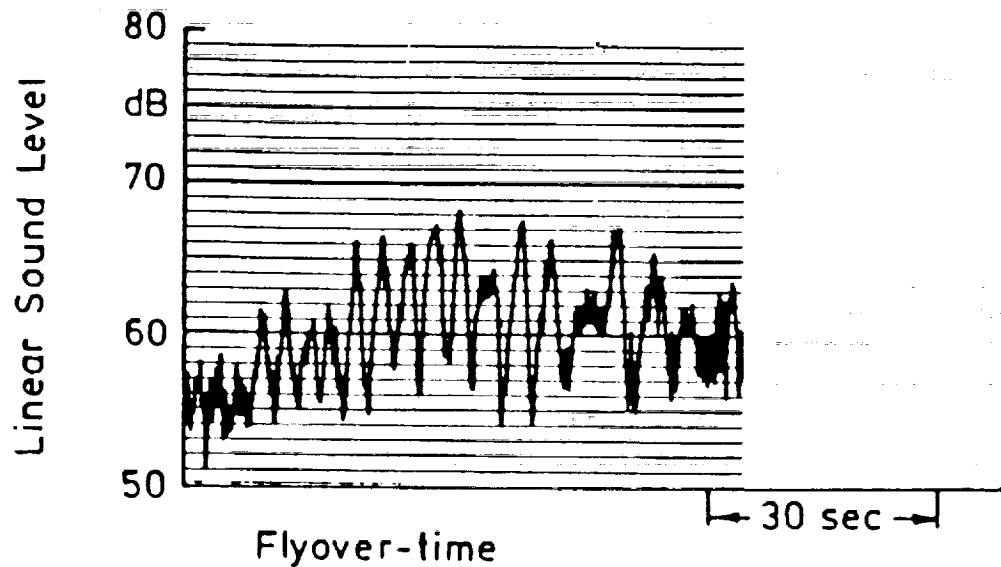


FIGURE 10

Type of Aircraft: Metro III

Flyover No. : 5

Microphone Position: Ground-board Microphone



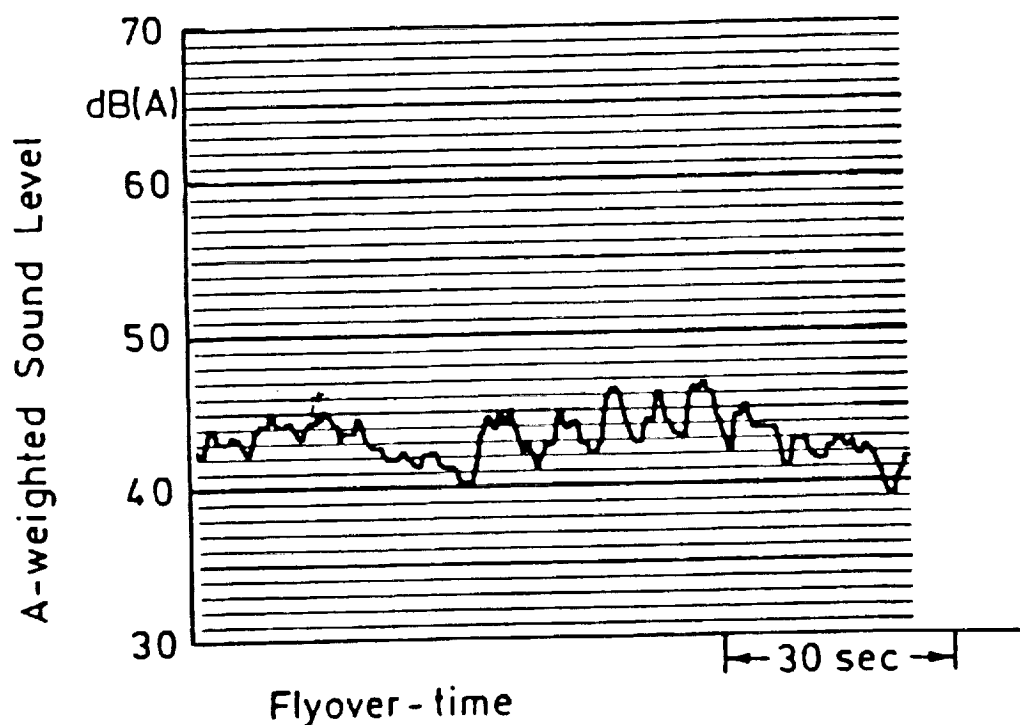
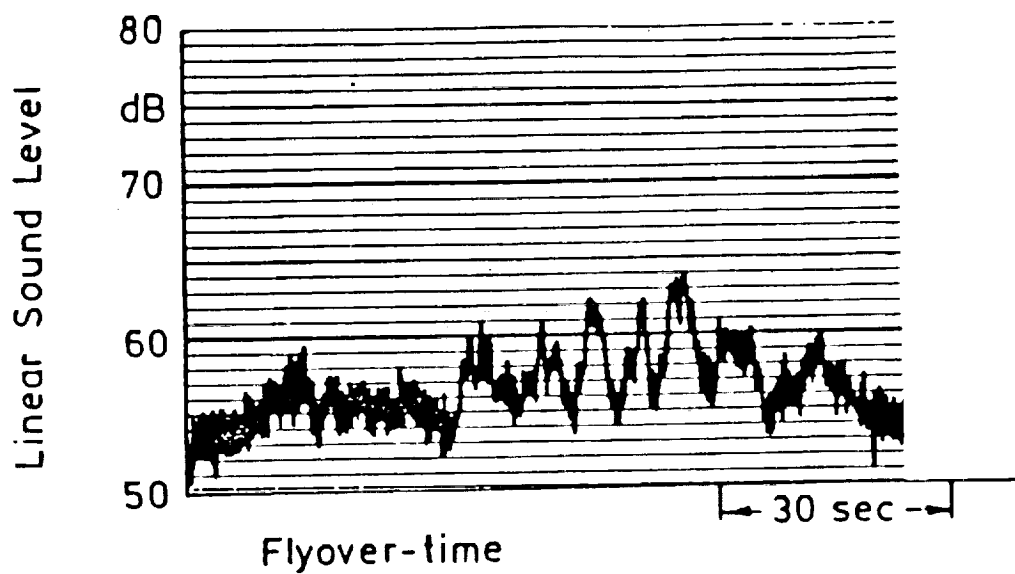
As measured overall level time-histories (Metro III/
No. 5, flight height: 19000 ft)

FIGURE 13

Type of Aircraft: Fokker 50

Flyover No.: 10

Microphone Position: Ground-board Microphone



As measured overall level time-histories (Fokker 50/
No. 10, flight height: 19000 ft)

FIGURE 14

References

- Fig. 1-5 Air Navigation Chart ATLAS/DLH
- Fig. 6 The Leading Edge, Fall 86, Page 73, GE
- Fig. 7 P & W Info to Frankfurt Noise Abatement Commissioner 1988
- Fig. 8 DLH, Problems of Noise Abatement Jan. 1981
- Fig. 9 DLR Report att.
- Fig. 10 MD-Info to Frankfurt Noise Abatement Commissioner Nov. 88
- Fig. 11/12 DLR Report att.
- Fig. 12a HLfU Report att.
- Fig. 13 DLR Report att.
- Fig. 14 DLR Report att.